

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**



## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 02-138875

(43)Date of publication of application : 28.05.1990

(51)Int.Cl.

G01P 15/11

(21)Application number : 63-030068

(71)Applicant : NIPPON SOKEN INC  
TOYOTA MOTOR CORP

(22)Date of filing : 13.02.1988

(72)Inventor : IDOGAKI KOJI  
HAYASHI IKUO  
ISHIHARA TOSHIHISA  
SUGITANI TATSUO  
INOUE HIDEO

(30)Priority

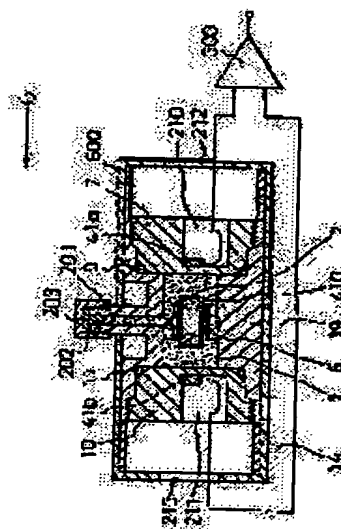
Priority number : 62133398 Priority date : 30.05.1987 Priority country : JP

## (54) ACCELERATION SENSOR

(57)Abstract:

PURPOSE: To obtain a uniaxial acceleration sensor by sealing a magnetic fluid and a movable permanent magnet in a non-magnetic case and by providing a detecting means of the position of the permanent magnet and a processing means of a detection signal.

CONSTITUTION: A columnar permanent magnet 2 covered with an Al cover 410 and put normally in a magnetic fluid 1 is subjected to a magnetic return force so that the central position whereat the distribution of a magnetic flux generated by itself is uniform turns to be a position of stability thereof. At the time when an acceleration is generated, the permanent magnet 2 is subjected by inertia to a force in the direction relatively reverse to the direction of the acceleration G. Since the permanent magnet 2 is subjected also to the magnetic force of return to the position of stability, it becomes stable at a position whereat the two forces are balanced. The movement of the permanent magnet on the occasion is detected by Hall elements 41a and 41b fixed in the same direction, outputs thereof are processed by a prescribed processing circuit 300 to detect the distance of the movement of the permanent magnet, and the acceleration G can be detected therefrom.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998.2003 Japan Patent Office

THE HISTORY OF THE UNITED STATES

The history of the United States is a story of growth and change. From the first settlers to the present day, the nation has evolved through various stages of development. The early years were marked by exploration and settlement, followed by a period of rapid expansion and industrialization. The American Revolution was a pivotal moment in the nation's history, leading to the establishment of a new government and the declaration of independence. The 19th century was a time of great change, with the Civil War and the Reconstruction era shaping the nation's future. The 20th century saw the rise of the United States as a world power, with the New Deal and the Great Depression being major events. The 21st century has been a time of rapid technological advancement and global interconnectedness.

The history of the United States is a story of growth and change. From the first settlers to the present day, the nation has evolved through various stages of development. The early years were marked by exploration and settlement, followed by a period of rapid expansion and industrialization. The American Revolution was a pivotal moment in the nation's history, leading to the establishment of a new government and the declaration of independence. The 19th century was a time of great change, with the Civil War and the Reconstruction era shaping the nation's future. The 20th century saw the rise of the United States as a world power, with the New Deal and the Great Depression being major events. The 21st century has been a time of rapid technological advancement and global interconnectedness.

The history of the United States is a story of growth and change. From the first settlers to the present day, the nation has evolved through various stages of development. The early years were marked by exploration and settlement, followed by a period of rapid expansion and industrialization. The American Revolution was a pivotal moment in the nation's history, leading to the establishment of a new government and the declaration of independence. The 19th century was a time of great change, with the Civil War and the Reconstruction era shaping the nation's future. The 20th century saw the rise of the United States as a world power, with the New Deal and the Great Depression being major events. The 21st century has been a time of rapid technological advancement and global interconnectedness.

The history of the United States is a story of growth and change. From the first settlers to the present day, the nation has evolved through various stages of development. The early years were marked by exploration and settlement, followed by a period of rapid expansion and industrialization. The American Revolution was a pivotal moment in the nation's history, leading to the establishment of a new government and the declaration of independence. The 19th century was a time of great change, with the Civil War and the Reconstruction era shaping the nation's future. The 20th century saw the rise of the United States as a world power, with the New Deal and the Great Depression being major events. The 21st century has been a time of rapid technological advancement and global interconnectedness.

## ⑫ 公開特許公報(A) 平2-138875

⑤ Int. Cl.<sup>8</sup>  
G 01 P 15/11

識別記号

庁内整理番号  
6818-2F

⑬ 公開 平成2年(1990)5月28日

審査請求 未請求 請求項の数 18 (全14頁)

⑭ 発明の名称 加速度センサ

⑯ 特 願 昭63-30068

⑰ 出 願 昭63(1988)2月13日

優先権主張 ⑱ 昭62(1987)5月30日 ⑲ 日本(JP) ⑳ 特願 昭62-133398

㉑ 発 明 者 井 戸 垣 孝 治 愛知県西尾市下羽角町岩谷14番地 株式会社日本自動車部品総合研究所内

㉒ 発 明 者 林 育 生 愛知県西尾市下羽角町岩谷14番地 株式会社日本自動車部品総合研究所内

㉓ 出 願 人 株式会社日本自動車部品総合研究所 愛知県西尾市下羽角町岩谷14番地

㉔ 出 願 人 トヨタ自動車株式会社 愛知県豊田市トヨタ町1番地

㉕ 代 理 人 弁理士 青 木 朗 外4名

最終頁に続く

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

加速度センサ

## 2. 特許請求の範囲

1. 磁性流体と、該磁性流体中に移動可能に配置された永久磁石と、該永久磁石及び該磁性流体が封入され、その内容積形状により該磁性流体の形状を支配する非磁性ケースと、該永久磁石の位置を検出する検出手段と、該検出手段の信号を処理する処理回路とよりなることを特徴とする加速度センサ。

2. 該非磁性ケースの内容積形状は面対称形であって、該永久磁石の磁極軸方向については、該永久磁石に自由状態で吸引された状態の磁性流体の全長に略等しいか又は短かく、該永久磁石の側面方向については、前記自由状態で吸引された磁性流体の直径方向長さに略等しい形状である、請求項1に記載の加速度センサ。

3. 該非磁性ケースの内容積形状において前記永久磁石の側面方向の、前記永久磁石の軸方向長

さに略等しい長さ部分を超えた両端は、内径が少くとも前記自由状態で吸引された磁性流体の直径方向長さより大きくなっている、請求項2に記載の加速度センサ。

4. 該非磁性ケースの内容積形状は、永久磁石の磁極軸方向については該永久磁石に自由状態で吸引された状態の磁性流体の全長に略等しいか又は短かく、かつ、該永久磁石は該ケースに対し軸方向に移動可能に軸支されている、請求項1に記載の加速度センサ。

5. 該非磁性ケースの内容積形状は一様な円柱又は円筒として形成されており、該円柱又は円筒の両端部はバイパス通路を介して連通されている、請求項1に記載の加速度センサ。

6. 該円柱又は円筒の内周又は外周と、該永久磁石との間隔は、自由状態における磁性流体の該永久磁石への付着量の直径方向長さよりも小さくされている、請求項5に記載の加速度センサ。

7. 該バイパス通路は、該円柱又は円筒状のケース内周と同心状に形成されている、請求項5に

記載の加速度センサ。

8. 少なくとも1対の弾性膜をもち、該弾性膜対の間に該磁性流体と該永久磁石が封入されている、請求項1に記載の加速度センサ。

9. 該永久磁石に磁極片が設けられている、請求項1に記載の加速度センサ。

10. 該永久磁石は非磁性カバーで被覆されている、請求項1に記載の加速度センサ。

11. 該永久磁石の位置検出手段は差動トランスを構成している、請求項1に記載の加速度センサ。

12. 該永久磁石の位置検出手段は、磁気抵抗素子或はホール素子の如く磁界検出素子である、請求項1に記載の加速度センサ。

13. 該磁界検出素子は該永久磁石に対し点対称位置に1対設けられ、ブリッジを構成しているか、又はその差動出力をとるようにした、請求項12に記載の加速度センサ。

14. 該加速度センサが強磁性体製ケースで磁気シールドされている、請求項1に記載の加速度センサ。

15. 該永久磁石の移動方向に於ける該強磁性体ケースと該磁性流体との距離がしくされている、請求項14に記載の加速度センサ。

16. 該永久磁石の移動方向に移動する強磁性体製の調整手段により、永久磁石の安定位置が調整可能とされる、請求項14に記載の加速度センサ。

17. 該非磁性ケースの内容積形状は、永久磁石の磁極に対向する面がテーパー状となっており、少なくとも1個所にエア抜き穴と栓とを有している、請求項1に記載の加速度センサ。

18. 該加速度センサは、内部を略真空状態にした後に磁性流体を封入し、シールされてなる、請求項1に記載の加速度センサ。

### 3. 発明の詳細な説明

#### 〔産業上の利用分野〕

本発明は自動車等移動体の電子制御ブレーキシステム等に用いる車両加減速度を計測するための加速度センサに関する。

(3)

#### 〔従来の技術〕

従来の加速度センサとしては、加速方向へ移動自在に磁性流体をケースに封入し、該磁性流体に一定の磁気を与える固定永久磁石と前記磁性流体の位置を検出するコイルを有し、該磁性流体の変位によって差動トランスを構成する前記コイルに発生される起電力を測定し、その大きさから加速度を検出するものなどが知られている。(例えば特開昭60-133370号公報参照)。

#### 〔発明が解決しようとする課題〕

しかし上記従来技術における加速度センサにおいては、磁性流体が空気等の他媒質中を移動するため気泡・液泡等を生じ易く、また磁性流体の移動を容易にするために複雑な構造を必要とするなどの問題点があった。又、磁性流体の形状変化を検出する原理であるため、温度変化による粘性変化、体積膨張等の影響を大きく受けるという問題もあった。

本発明はかかる問題点を解決するためになされ

(4)

たもので、磁性流体中に置かれた永久磁石は自らの磁束により磁性流体をひきつけ、永久磁石に近いほど磁性流体のみかけ密度が大きくなり、これにより安定して浮揚するという現象を利用し、さらに該永久磁石の慣性を用いることにより簡単な構造で更に高感度で加速度検出を行うようにしたものである。

#### 〔課題を解決するための手段〕

上記問題点を解決するために本発明においては、磁性流体と、該磁性流体中に移動可能に配置された永久磁石と、該永久磁石及び該磁性流体を封入した非磁性ケースであって該ケースの内容積形状により該永久磁石の発生磁束磁路を限定することにより該磁性流体中での該永久磁石に自動ポジショニング機能をもたせたものと、該永久磁石の位置を検出する検出手段と、該検出手段の信号を処理する処理回路とよりなる一軸加速度センサが提供される。

(5)

(6)

## 〔作用〕

上記構成によれば、常時は該磁性流体中に置かれた永久磁石は自らの発生する磁束分布が均等となる位置（中心位置）が該永久磁石の安定位置となる様に磁氣的復帰力を受けるが、加速度発生時には慣性により該永久磁石は加速度の方向と相対的に逆方向の力を受け、一方該永久磁石は該安定位置への磁氣的復帰力をも受けるから、両者のバランスした位置で安定することになり、その際の該永久磁石の位置（移動距離）を検出することによって加速度を検出することができる。

## 〔実施例〕

第1図は本発明である加速度センサの主構造部600の1実施例の縦断面図を示す。1は磁性流体で2は円柱状の永久磁石であり、アルミニウム製のカバー410でおおわれており磁性流体1内で安定浮遊している。19はアルミニウムでできたホルダケースで6は復元力調整ホルダであり、前記永久磁石2の外周とわずかの空隙をもって同心状

に配置され、前記ホルダケース19に固定されている。7はアルミニウム製のフロントプレートで前記ホルダケース19に固定されている。9はシール用ネジのリングである。10はアルミニウム製のエンドプレートで7のフロントプレートと同様にホルダケース19に固定されている。11はリングである。ホルダケース19は円筒型であり、その内周面とフロントプレート7、エンドプレート10とで囲まれた円筒空間の中心に前記円柱磁石2が浮遊し、その外周にギャップを隔ててホルダ6が配置され、その他の空間に磁性流体1が充てんされている。14は鉄製のケースで全体をおおっている。フロントプレート7の磁性流体との接触面とケース14との距離は、エンドプレート10の磁性流体との接触面とケース14との距離と同じくしてある。201は磁性流体注入用の穴で202はゴム製のシール、203はアルミ製のキャップでホルダケース19にネジ止めされている。41a・41bはホール素子でフロントプレート7、エンドプレート10に設けられた穴210、211

(7)

(8)

に接着固定されている。ホール素子41a・41bは同一方向を向いており、従ってホール素子41aに磁石2のS極が近づくときホール素子41aの出力は正方向に大きくなり、同時にホール素子41bは磁石のN極が遠ざかることにより、その出力は同様に正ではあるが減少する方向に出力される。ホール素子41a・41bの入出力端子からのリード線は前記シールドケース14に設けられた穴部212、213から外部へ引き出され、回路部300と接続される。第1図では模式的にその様子を示している。第2図に回路部300を示す。電流フィードバック用オペアンプ301、302の正入力端子には抵抗303、304が接続され、抵抗303の他端は正の基準電源へ、抵抗304の他端は接地される。オペアンプ301、302の負入力端子は各々他端が接地された抵抗307、308へ接続され、同時に各々トランジスタ305、306のエミッタに接続される。トランジスタ305のベースはオペアンプ301の出力端子へ、コレクタはホール素子41aの負端子へ接続され、トランジスタ306のベースはオペアンプ302の出力

端子へ、コレクタはホール素子41bの負端子へ接続されている。又、ホール素子41a・41bの正端子は各々正の基準電源に接続されている。313、314は差動増幅を行なうオペアンプで各々の正負入力端子には各々抵抗309、310又は抵抗311、312を介してホール素子41a・41bの出力端子に接続されている。又、オペアンプ313の負入力端子は抵抗315を介してオペアンプ313の出力端子と接続され、オペアンプ314の負入力端子は抵抗316を介してオペアンプ314の出力端子と接続されている。オペアンプ313、314の出力端子は各々抵抗317、318を介してオペアンプ320の入力端子に接続されている。319はゲイン調整用の可変抵抗でオペアンプ320の負入力端子に一端が、又、出力端子に他端が接続されている。オペアンプ320の正入力端子は抵抗322を介してオペアンプ321の出力端子及び負入力端子と接続され、オペアンプ321の正入力端子は可変抵抗323の可変端子に接続されている。可変抵抗323の固定端子は抵抗324を介して正の基準電源へ、他の固定端子は抵

(9)

(10)

抗325を介して負の基準電源に接続されている。オペアンプ320の出力端子は抵抗326を介して出力端子327に接続されている。

第1図で示した本発明の一実施例の回路部300を含めた実施例を第2、3図に示す。第2、4図は第2、3図のC-C断面図である。箱形鉄製ハウジング501の底部には半円筒形凸部501aを有し、ステータ502が溶接されている。503はハウジングカバーで、ハウジング501と共に箱を形成し、加速度センサ主構造部600と回路部300とを収納している。504はアルミニウム製のセンサクランプで、ハウジング501に溶接されているスタッド508、509にネジ505、506で固定することにより、加速度センサ主構造部600をハウジング501に固定している。507は回路部300を搭載したプリント基板で、ハウジング501に溶接された第2のスタッド510a～dにスペーサ511a～dをネジ固定することにより共締めされている。スペーサ511a～dはネジ512a～dによりハウジングカバー503を共締め固定しており、又これによりハウジング

501とハウジングカバー503も固定されることになる。610a、bはホール素子41a、41bからの各々のリード線束であり、プリント基板507へ接続されている。513はゴムパッキンでハウジング501とハウジングカバー503ではさまれて固定され、中心部の穴を介して、プリント基板からのリード線束514が外部へとり出される。

本装置は、磁性流体中に置かれた永久磁石が、磁性流体を引きつけ、磁性流体のみかけ密度が磁場勾配に比例することに起因する粘弾性により永久磁石と磁性流体外壁との間に位置調整現象が働くことを利用して、加速度に応じた永久磁石の一次元変位を実現し、その変位を検出することにより安定した一軸加速度検出を行なうものである。

第10図においてケース100内に磁性流体1と永久磁石2を封入した時の磁束の横断面を示している。永久磁石2の磁束はケース（非磁性体）100及びその外側の空気（比透磁率=1）に対し透磁率3～5の磁性流体1にある程度集中してループをえがく。各々の磁束はマックスウェルの応力を受

(11)

(12)

け、等間隔かつ最短距離をとろうとする。磁性流体1は磁性体であると同時に流体でもあり、任意の形状をとりうるため、このマックスウェルの応力が直接、永久磁石に作用し、第10図(a)の如く永久磁石2の発生する磁束が均等となる位置が永久磁石の安定位置となる。この状態で加速度Gが第10図(b)の如く働くと、磁性流体の真比重1.3、磁石として希土類系を使うと比重8.3であるから慣性により磁石2はケース内で加速度と逆方向の力を受ける。磁石は前述の如く磁気的復帰力を受けているから両者のバランスした位置xで安定する。この、磁石の移動距離xは加速度Gに対応しているから、xを計測すれば加速度が判る。詳細には、磁性流体の見掛け密度Sdは、磁性流体の真密度Se、磁性流体の磁化M、磁場勾配GradH、重力加速度gに対し、

$$S_d = S_e + \frac{M}{4\pi g} \text{ GradH} \text{ となる。又、永久磁}$$

石は周りの空間に対し、振動距離の2乗に反比例する磁場を発生する。従って、永久磁石に近づくと

磁性流体の見掛け密度は大きくなり、磁性流体における界面活性剤による反発力に起因する弾性効果が大きくなり、永久磁石とケース壁との間に反発力を生ずるものと考えられる。従って、加速度に対する慣性質量は永久磁石のみではなく永久磁石周辺の高密度化した磁性流体の分布質量も含んで考えなければならない。磁石の磁性流体中の移動状況を検知するには様々な方法が考えられる。例えば磁性流体の透磁率が3～5、磁石の透磁率が約1であることを利用して、ちょうど差動トランスと逆の様に、強磁性体とみなすことのできる磁性流体中の永久磁石の位置を検出する方法である。

第3図は本発明の第2の実施例の縦断面図、第4図は第3図のA-A断面図を示す。1は磁性流体で2は円柱状の永久磁石であり、磁性流体1内で安定浮遊している。3は樹脂でできたコイルボビンで、1次コイル4a、4bと2次コイル5a、5bが巻回されている。6は樹脂性のホルダであり、前記永久磁石2の外周とわずかの空隙をもつ

(13)

(14)



て同心状に配置され、前記コイルボビン3に固定されている。7は樹脂性のフロントプレートで前記コイルボビン3の突起部3aにより融着かしめにて固定されている。9はシール用のOリングである。10は樹脂製のエンドプレートで7のフロントプレートと同様にコイルボビン3に固定されている。11はOリングである。コイルボビン3は円筒型であり、その内周面とフロントプレート7、エンドプレート10とで囲まれた円筒空間の中心に前記円柱磁石2が浮揚し、その外周にギャップを隔ててホルダ8が配置され、その他の空間に磁性流体1が充てんされている。フロントプレート7とエンドプレート10の磁性流体と接している側にはテーパ面7a・10aが形成されている。8はフロントプレート7に挿入された樹脂性の栓である。12は磁気的オフセット調整用スクリーンで13はナットであり、エンドプレート10にねじこまれている。14は鉄製のシールドケースで全体をおおっている。フロントプレート7の磁性流体との接触面とシールドケース14との距離

(15)

れている。1次コイル4a・4bは同じ方向に巻いた一つのコイルであり、中点は $V_{DD}$ に接続されている。1次コイル4aの他端はトランジスタ101のコレクタに、1次コイル4bの他端はトランジスタ102のコレクタに接続されている。トランジスタ101と102のコレクタはコンデンサ109を介してつながっている。107, 108はコイル4a・4bと平行に接合されたフライバック吸収用ダイオードである。以上の回路構成でマルチバイブレータが形成される。5a・5bは二次コイルでコイルボビン3にて分割されて巻回され、連続巻きではあるが5aと5bとは巻き方向が異なっている。二次コイル5aの一端はダイオード110を介して抵抗112、コンデンサ114、コンデンサ116、抵抗117と接続し、コイル5bの一端はダイオード111を介して、抵抗113、コンデンサ115、コンデンサ116の他端に接続されている。抵抗112, 113、コンデンサ114, 115の他端は共にコイル5aの他端とコイル5bの他端に接続されている。ダイオード110のカソードは抵抗117を

(17)

は、エンドプレート10の磁性流体との接触面とシールドケース14との距離と同じくしてある。15は1次コイル4a・4bの駆動回路と2次コイル5a・5bからの出力の検出回路である。16はコネクタで、図示されていない16a・16b・16cの3端子があり、それぞれ電源、アース、センサ出力端子となっている。17は樹脂性のカバーでコネクタ16を保持し、シールドケース14に固定されている。回路部15は第12図に示してある。第12図で、回路部15は端子16a'・16b'・16c'をもち、それぞれ前記ターミナル16a・16b・16cに接続されている。トランジスタ101と102のエミッタは接地され、トランジスタ101のベースはコンデンサ104を介してトランジスタ102のコレクタに接続され、トランジスタ102のベースはコンデンサ103を介してトランジスタ101のコレクタに接続されている。トランジスタ101のベースとトランジスタ102のベースは抵抗105と106とを直列に介して接続されている。抵抗105と106との接続点は+電源 $V_{DD}$ に接続さ

(16)

介してオペアンプ120の負入力端子と抵抗118とコンデンサ119に接続されている。抵抗118とコンデンサ119の他端はオペアンプ120の出力端子に接続されている。ダイオード111のカソードはオペアンプ120の正入力端子とともに接地されている。オペアンプ120の出力端子は抵抗121を介してオペアンプ124の負入力端子と抵抗122に接続され、抵抗122の他端はオペアンプ124の出力端子に接続されている。オペアンプ124の正入力端子は可変抵抗器123の可変端子に接続され、可変抵抗123の両端はそれぞれ+電源 $V_{DD}$ とグランドへ接続されている。オペアンプ124の出力端子は抵抗125を介して外部への出力端子16c'に接続されている。

本発明における重要な点は、前記永久磁石の中心復帰特性を制御する点にある。すなわち、加速度Gが加わっていない時の永久磁石2の位置は常に一定の位置でなくてはならず、かつ、その移動距離に対する復元力は線形であることが望ましい。本発明に於てはそのさまざまな方法について示し

(18)

ている。さて第1図の実施例についてその作用を述べる。第1図の実施例においては、永久磁石の外周に永久磁石の外径より大きな内周をもち磁性流体のケースより小さい外周をもち、永久磁石とほぼ同じ長さの非磁性ホルダ6を磁性流体全体の中央部に位置するように設けてある。この時の磁束のようすを第14図(b)に模式的に示してある。非磁性ホルダ6がない時(第14図(a))に比べ、(b)では磁束200が非磁性ホルダを避けることによって曲げられてしぼりこまれ、あたかもゴムひもに張力をかけた状態となる。又、磁石2はホルダ6よりも若干長く構成され、磁性流体の高密度部分である磁極付近がホルダ6外部に分布し、ケース100の壁だけのみならずホルダ6の側面400, 401との反発力も利用できる。従って磁石2が変位した時の復元力が大きくなる。さて、第1図で、加速度Gが図の様に加わった時、磁石2は矢印と逆方向に相対的に移動し、磁気復元力と慣性力とのバランス点で静止する。Gが加わっていない時、永久磁石2は中央部に位置し、ホー

ル素子41a・41bとの距離は同一である。又ホール素子41a・41bはそれぞれS極、N極に対し正の電圧を出力する。従ってその差動出力は零である。Gが加わって永久磁石2が動するとホール素子41aと41bの差分出力に差が生じその差分はオペアンプ320で増巾されて出力される。Gがなくなると永久磁石2は元の中立位置に復帰し、差動出力は再び零となる。第1図の実施例では永久磁石2の移動量をホール素子で検出したが、第3図の如く差動トランス式としてもよい。第3図ではGが加わっていない時、1次コイル4a・4bに加えられていた交流信号に誘導されて2次コイル5a・5bに生ずる電圧信号は、永久磁石、磁性流体ともに2次コイル5a・5bに対して相対的に同位置にあるために同じ信号が生ずる。従ってその差動出力は零である。Gが加わって永久磁石2が移動すると2次コイル5aと5bの出力に差が生じその差分はオペアンプ120, 124で増巾されて出力される。Gがなくなると永久磁石2は元の中立位置に復帰し、差動出力は再び零となる。

(19)

(20)

又、第9図の如く、磁性流体1と永久磁石2を封入したケース30に対し例えば磁気抵抗素子40を配置して、永久磁石からの洩れ磁界を検出してよい。ブリッジ素子を用いればその検出回路50は第13図の如く入力抵抗130, 131、オペアンプ133とフィードバック抵抗132のみの簡単な構成とすることができる。閉ざされた磁性流体内におかれた永久磁石の復元力は一般に第11図の如き特性となる。従って磁気抵抗素子の位置をうまく選ぶことにより加速度に対する出力電圧の特性を直線、S次曲線等に設定することもできる。

この様な構成の場合、ホルダケース19内に磁性流体の他に空気等が混入すると温度変化の影響を受けることになる。第1図において磁性流体注入口201を突起させているのはこのためである。すなわち、図示していない真空装置によりあらかじめケース内の空気を抜いておき、後で磁性流体を封入する。これにより磁性流体のみを封入することができる。

また第3図においてフロントプレート7に設け

たチーバ部7aは、磁性流体封入時のエア抜きのためである。即ち、コイルボビン3にコイル巻回後、エンドプレート10、ホルダ6を組み込んだ後に磁石2を入れて磁性流体1を入れる。この後、フロントプレート7でふたをするのであるがこの時栓8は開放しておく。すると余分の磁性流体が、混入しているエアとともにこの開放部よりあふれる。その後栓8を閉じる。これにより適量の磁性流体封入とエア抜きとを行なうことができる。又、磁石の端面(磁極面)と対向する磁性流体端面(フロントプレート7のチーバ部7aおよびエンドプレート10のチーバ部10aに相当)は同一形状であることが望ましく、かつ各端面(7a, 10a)からシールドケース14までの距離は等しくなっている。これは磁性流体1から外へ出る磁石2の洩れ磁束とケース14との作用により、磁石2の中立位置が中心からずれるのを防ぐためと、磁石2の位置-復帰力特性が非線形になるのを防ぐためである。スクリュー12は鉄製であり、簡単な方法でこの両者を調整できるものである。尚、

(21)

(22)

磁性流体としては、ベース流体を水、パラフィン、その他合成オイル等のいずれかとして、マグネタイト( $\text{FeO}$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ )、マンガン亜鉛フェライトなどを安定分散させたものを用いているが、ベース流体は水銀等の金属であっても流体であればよく、又、分散粒子もコバルト等の磁性粒子であってもかまわない事は当然のことである。

又、第18図の様に、永久磁石2にアルミニウムカバー410だけでなく非磁性体(例えばエポキシ樹脂等)の磁石カバー410を被着しても良い。復元力を大きくするために希土類磁石等の強力磁石を用いる場合、その磁石近傍における磁場が強力であるため磁性流体中に分散した磁性粒子が界面活性剤の反発力に抗して凝集する傾向があり、時間経過の関数に依存する。そこで非磁性カバー410で永久磁石2をおおうことにより、復帰力として必要な大きな磁場を得ると同時に磁性流体にかかる最大磁場を一定値以下とすることができる。

第5図、第6図は本発明における永久磁石2の、磁性流体内の中心からの移動距離に対する復帰力

(23)

吸引されうる磁性流体量をあらかじめ求めておき、同様の磁性流体を封入したものが第6図に示してある。又、第17図は第6図に示した考えをさらに発展させたものである。即ち、第6図の実施例に於ては必要最小限の磁性流体量と永久磁石外径よりわずかに大きい磁性流体ケースとのくみあわせとにより磁石復元力を増すものであり、大きな効果が得るものではあるが、逆に加速度に対して、永久磁石の移動量が小さく検出感度を上げる必要が出てくる。これは第15図に示す磁性流体の磁極付近1a・1bが、磁石の移動に伴なって押しつぶされ、その中の磁性流体の界面活性剤に起因する粒子間反発力により反発力が生ずるのであるが、第6図の構造では磁性流体のみかけ比重増大部分(1a・1b)の移動に伴なう圧力の逃げる所がなく、プレート7'あるいは10'と磁石2との間で、圧力スプリングとなってしまい、磁石の移動を強力に抑えるからである。そこで第17図の様にケース30の内側を、磁石2と磁極片151a, 151bとによる磁石アセンブリに対して、

(25)

特性を強化する手段としての他の実施例を示す。

第5図では非磁性部材20により磁石側面部の磁性流体封入部の断面積を小さくして、磁極から離れるに従ってその断面積が大きくなるようなテーパ形としている。磁石側面の磁性流体流路をしぼることにより磁石の径方向への移動を防止して、軸方向のみの加速度を抽出できるようにし、かつ磁極に集中してみかけ上の比重が高まり、あたかも不定形のパネとみなすことのできる磁性流体の動きを制御している。又、第6図では磁性流体封入部が単純な円筒状であるが、第5図に示すような磁性流体の自然吸着量を封入してある点で大きな特徴を有している。即ち我々は、自由状態で磁石が保持しうる磁性流体の量が、磁石の磁束を磁性流体中で復元力として用いるという我々の目的に対し最適な量であるという結論に達した。多すぎれば磁石移動の不感帯の原因となるか又は全く使われていない部分となるかであり、又、少なすぎれば間に空気層を有してしまい誤動作を生じてしまう。以上の考えに基づき、自由状態で磁石に

(24)

同じ長さだけ径をせびめた部分30cと、径を広げた部分30a・30bを磁極片のそれぞれ外側に設ける方法もある。これにより曲面を形成する見かけ比重増大部分の移動に伴なう磁性流体圧力の逃げ部30a・30bに設けられたことになり、充分な復元力と充分な永久磁石の移動量が得られることになる。又、第17図に示す磁極片151a・

151bは例えば磁石2をフェライトの様な低比重材料としたときの慣性増加の働きをする。又、希土類系磁石の場合、磁石量をへらして低コスト化を図れる。

又、第7図の実施例は磁石の軸方向以外への移動を強制的に禁止しているもので、円筒磁石の内側にケースに固定した保持棒21を通し、この棒21の軸上で磁石2が移動可能としてある。又、第8図の実施例は、加速度・出力特性に2段特性即ち小加速度の時は大ゲイン、大加速度の時は小ゲインとなるようにしたものである。即ち、ゴム等の弾性膜22a・22bで磁性流体をシールして、その外側を空気等の気体等、低比重物質で満たし

(26)

た構造である。25 a、25 b は低比重物質を空気とした時の逃がし穴である。本実施例においては、小さな加速度に対しては比重 1.3 の磁性流体の中で比重 8.3 の磁石が動いてその変位を検出し、大きな加速度に対しては磁石と磁性流体とが弾性膜 22 a 又は 22 b に打ちかかって変位し、その変位を検出するものである。このようにして微小加速度と大加速度とを同一の装置で計測できるワイドレンジの加速度センサとすることができる。

また第 9 図の実施例は上述したように、磁石の変位検出手段として MRE (磁気抵抗素子) 40 を用いたものである。MRE は磁界によりその抵抗値が変化する素子で、飽和磁界がかかった状態ではその抵抗変化が磁界の方向により変化する。第 9 図で磁性流体 1 と磁石 2 とをガラス又はプラスチック等の非磁性ケース 30 に封入し、永久磁石 2 の端部付近のケース 30 外部に MRE 40 を設けている。この MRE 40 は単体で検出回路を構成することもできるし、第 13 図のようにブリッジ 40 a、

40 b として 成することもできるし、更に例えば第 16 図のように 1 対の MRE 40 a と 40 b とをそれぞれ永久磁石 2 の中心を対称点とする点対称位置に配置して、永久磁石のかたむきに対する影響をキャンセルすることもできる。

又、第 9 図及びその B-B 断面図である第 20 図に示す如く、ホルダ 6 を円筒状に形成し、その両端部に穴 411 a ~ d、412 a ~ d を設け、連通部となる円筒状ギャップ部 6 b をホルダ 6 と同心に付与することで圧力逃げを形成し磁氣的復元力以外の影響を減少せしめることもできる。逆に前記の圧力変化を利用して復元力を構成することも考えられるが、ギャップ部 6 a での流体抵抗にこの圧力変化は依存し、該流体抵抗は温度変化に伴う磁性流体の溶媒の粘度変化に依存するため、温度の影響を受けやすいものになってしまうという欠点を有する。又、第 19 図の如く永久磁石 2 の移動可能な空間と連通穴 6 b とを同心状に形成することにより加工性と小型化も図れる。

さらに他の実施例を第 21 図に示す。この実施

(27)

(28)

例ではホルダ 6 を用いることなくホルダケース 19 の内周を円筒状に形成しその内径を永久磁石 2 の外径より大きく、かつ自由状態で永久磁石 2 に吸着せられる磁性流体の最大外径より小さく構成されている。又、前記ホルダケース 19 には穴 423 a、423 b が前記ホルダケース 19 内の円筒穴と直交して設けられ、前記ホルダケース 19 の穴と平行して設けられた穴 421 と連通している。422 a、422 b、424 a、424 b は各々めくら栓であり、前記穴 423 a、423 b、421 には磁性流体 1 が充填している。この様に第 1、3、19 図の如きホルダ 6 を用いなくてもバイパス通路 421 を設けることにより、磁石移動に伴う磁性流体の動きをスムーズになしうる。

さらに、第 22 図に他の実施例を示す。2 a は円筒状磁石である。6 は円筒状ホルダで円筒状可動永久磁石の内径よりもその外径が小さくなっている。即ち、先の実施例と比較してみると、永久磁石が円柱でなくて円筒となり、円筒状ホルダ 6 が前記円筒磁石の内周に位置している。従って永

久磁石 2 a の移動に対して磁性流体の移動通路 (バイパス通路) は円筒ホルダ 6 の内周 421 となる。

#### 〔発明の効果〕

本発明によれば、磁性流体中に置かれた永久磁石が、加速度発生時に受ける慣性力と中心安定位置への磁氣的復帰力とを利用して、比較的簡単な構造で高感度で加速度検出を行うことができる。

#### 4. 図面の簡単な説明

第 1 図は、本発明の 1 実施例としての加速度センサの縦断面図、

第 2 図は、永久磁石の位置検出手段からの信号を処理する処理回路の 1 具体例を示す図、

第 3 図は、位置検出手段として差動トランスを用いた場合の構成を示す縦断面図、

第 4 図は、第 3 図の加速度センサの A-A 線における横断面図、

第 5 図、第 6 図、第 7 図、および第 8 図は永久磁石と磁性流体とを封入するケース部分の種々の変形例を示す図、

(29)

(30)

第9図は、永久磁石の位置検出手段として磁気抵抗素子を用いた場合の構成を示す図、

第10図は、本発明の加速度センサの動作原理を説明する図、

第11図は、磁性流体内におかれた永久磁石の変位と復元力との関係を示す図、

第12図および第13図は、それぞれ永久磁石の位置検出手段からの信号を処理する処理回路の他の具体例を示す図、

第14図(a)、(b)は、それぞれ磁性流体内におかれた永久磁石からの磁束発生状況を説明する図、

第15図は、永久磁石の周囲に磁性流体が自然吸着される状況を説明する図、

第16図は、永久磁石の位置検出手段として磁気抵抗素子を用いた場合の変形例を示す図、

第17図は、永久磁石と磁性流体とを封入するケース部分の更に他の変形例を示す図、

第18図は、永久磁石に非磁性カバーを装着した例を示す図、

第19図は、円筒ケースに同心円状の圧力逃げ穴を設けた例を示す図、

第20図は、第19図のB-B線における横断面図、

第21図は、圧力逃げ穴の他の構成例を示す図、

第22図は、リング状磁石の中心部に圧力逃げ穴をもったホルダを配した例を示す図、

第23図は、第1図の実施例の詳細図、

第24図は、第23図のC-C断面図である。

(符号の説明)

- 1…磁性流体、 2…永久磁石、  
3…コイルボビン、 4a、4b…1次コイル、  
5a、5b…2次コイル、  
6…復元力調整ホルダ、  
6b…圧力逃げ穴、 7…フロントプレート、  
10…エンドプレート、  
14…鉄製のケース、  
15…1次コイルの駆動回路と2次コイルの出力検出回路、  
19…ホルダケース、 21…永久磁石保持棒、

(31)

(32)

22a、22b…弾性膜、 40…磁気抵抗素子、

41a、41b…ホール素子、

50…磁気抵抗素子からの出力検出回路、

410…非磁性体の磁石カバー、

412…圧力逃げ穴。

特許出願人

株式会社 日本自動車部品総合研究所  
トヨタ自動車株式会社

特許出願代理人

弁理士 青 木 朗

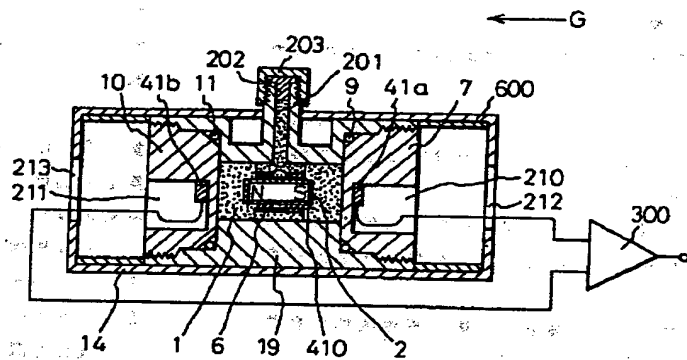
弁理士 石 田 敬

弁理士 平 岩 賢 三

弁理士 山 口 昭 之

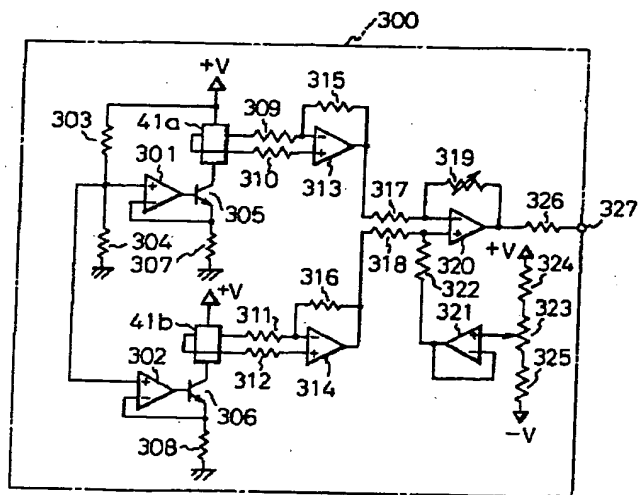
弁理士 西 山 雅 也

(33)

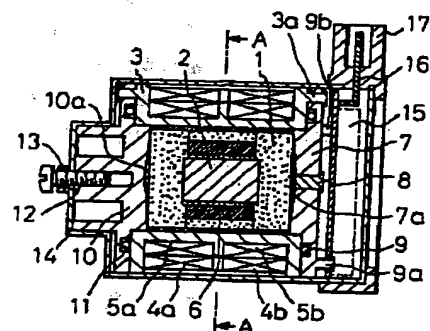


第 1 図

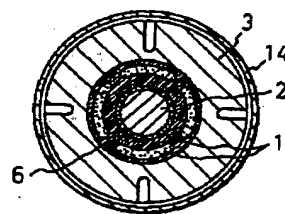
- 1...磁性流体
- 2...永久磁石
- 6...復元力調整ホルダ
- 19...ホルダケース
- 41a, 41b... ホール素子



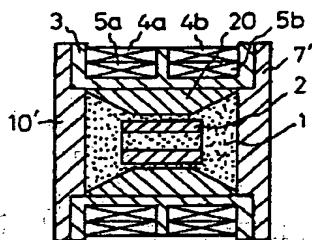
第 2 図



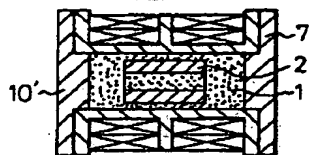
第 3 図



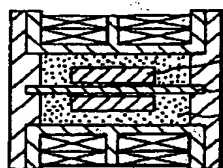
第 4 図



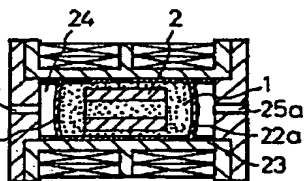
第 5 図



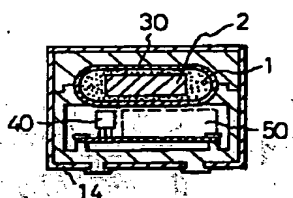
第 6 図



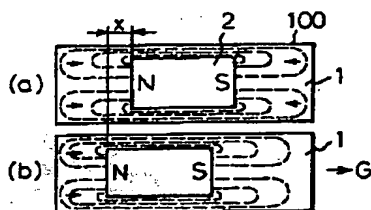
第 7 図



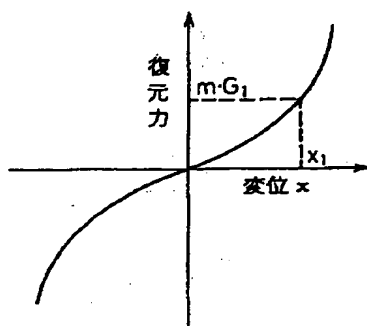
第 8 図



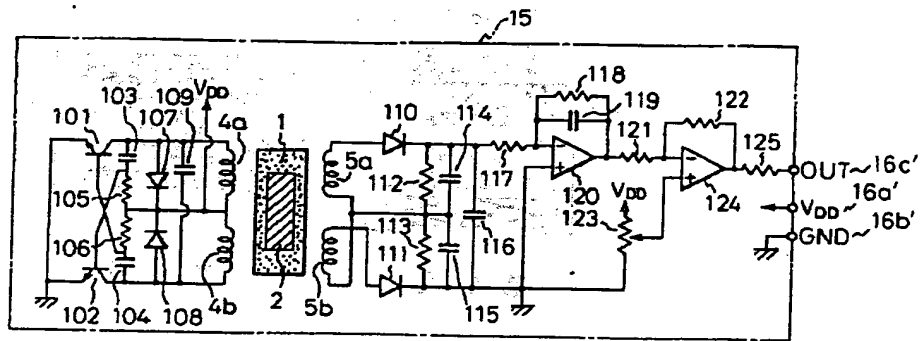
第 9 図



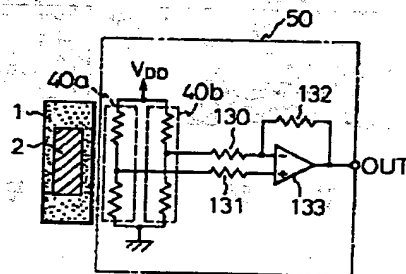
第 10 図



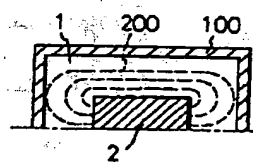
第 11 図



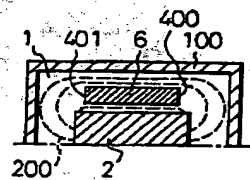
第 12 図



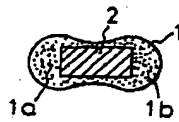
第 13 図



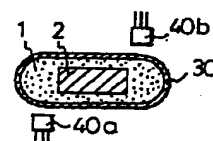
第 14 図(a)



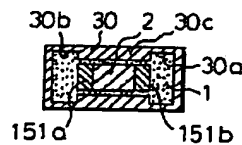
第 14 図(b)



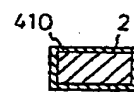
第 15 図



第 16 図

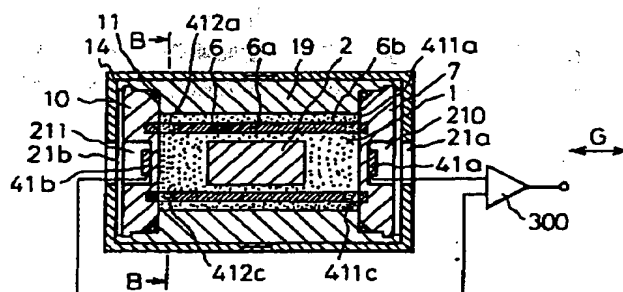


第 17 図

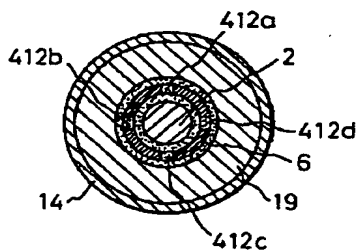


第 18 図

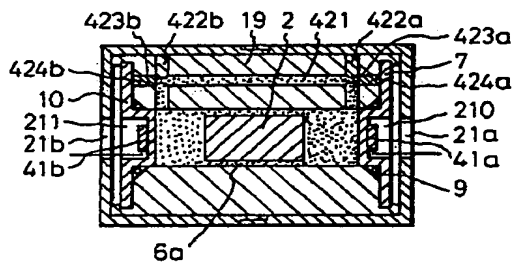




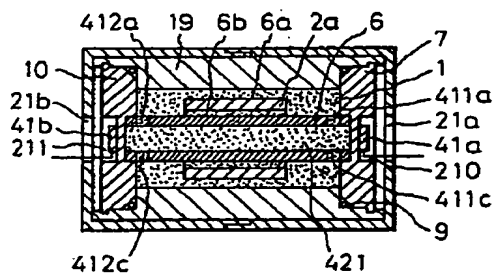
第 19 図



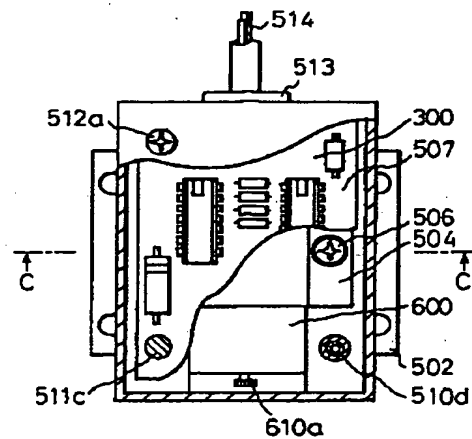
第 20 図



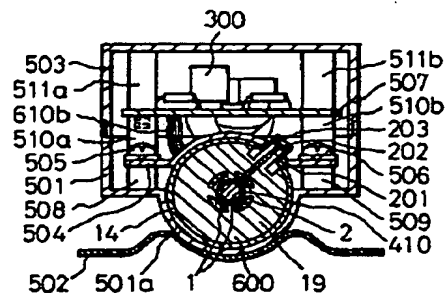
第 21 図



第 22 図



第 23 図



第 24 図

第1頁の続き

②発明者 石 原 稔 久 愛知県西尾市下羽角町岩谷14番地 株式会社日本自動車部品総合研究所内

②発明者 杉 谷 達 夫 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

②発明者 井 上 秀 雄 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内